



Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Energieversorgung in einem Fahrzeugbordnetz für wenigstens zwei gleichartige elektrische Verbraucher, insbesondere für elektrisch betätigbare Fahrzeugbremsen nach der Gattung des Hauptanspruchs.

#### Stand der Technik

Zur Energieversorgung der elektrischen Verbraucher in einem Fahrzeugbordnetz werden teilweise wenigstens zwei Spannungsspeicher bzw. Batterien eingesetzt, die mit Hilfe eines Generators geladen werden. Für einige der Verbraucher ist eine zuverlässige Spannungsversorgung erforderlich, da sie für die Sicherheit des Fahrbetriebes unbedingt funktionsfähig sein müssen. Solche Verbraucher sind beispielsweise elektrisch bzw. elektromotorisch bzw. elektrisch betreibbare Radbremsen.

Aus der DE-OS 195 37 464 ist eine Einrichtung zur Energieversorgung in einem Fahrzeugbordnetz bekannt, die speziell für elektromotorisch betreibbare Radbremsen ausgelegt ist. Bei dieser bekannten Einrichtung werden die Aktuatoren zweier getrennter Bremssysteme von je einer Batterie versorgt. Die Batterien weisen im wesentlichen dieselbe Nennspannung auf. Die Ansteuerung der Aktuatoren der elektrischen Bremsen erfolgt mit Hilfe eines Steuergerätes, das ebenfalls aus wenigstens einer der beiden Batterien mit Spannung versorgt wird.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einrichtung zur Energieversorgung in einem Fahrzeugbordnetz für wenigstens zwei gleichartige elektrische Verbraucher, insbesondere für elektrisch betätigbare Fahrzeugbremsen hat den Vorteil, daß eine an die Erfordernisse anpaßbare Auslegung möglich ist, die es gestattet, die gleichartigen Verbraucher, beispielsweise die Radbrems-Aktuatoren unterschiedlich stark auszubilden. Es ist somit möglich, bei Bremssystemen ein System stärker auszulegen als das andere, wobei in vorteilhafter Weise ausgewählt werden kann, welches System stärker sein soll. Erzielt werden diese Vorteile, indem auf ein Mehrspannungsbordnetz zurückgegriffen wird, das wenigstens zwei deutlich unterschiedliche Spannungen aufweist. Mit Hilfe eines solchen Fahrzeugbordnetzes, bei dem die zweite Bordnetzspannung beispielsweise dreimal so hoch ist wie die erste, lassen sich besonders vorteilhafte Kombinationen von Batterien mit unterschiedlicher Nennspannung und/oder Aktuatoren für unterschiedliche Verbraucherspannungen einsetzen. In Bezug auf Bremssysteme läßt sich beispielsweise eine vorteilhafte Ausgestaltung derart erzielen, daß an der Vorderachse eine höhere Bremsleistung möglich ist als an der Hinterachse. Dazu werden die entsprechenden Aktuatoren an die Batterie mit der höheren Nennspannung angeschlossen.

Weitere Vorteile der Erfindung lassen sich mit den in den Unteransprüchen angegebenen Maßnahmen erzielen.

Werden einzelne Verbraucher, beispielsweise das Bremssystem an der Vorderachse des Fahrzeuges mit höherer Spannung betrieben, lassen sich in vorteilhafter Weise Leitungs- und Kontaktquerschnitte verringern, was zu einer Kostensenkung führt. Weiterhin werden die Ströme reduziert, dies ist insbesondere bei getakteten Strömen vorteilhaft, da EMV-Störungen reduziert werden. Generell lassen sich bei höheren Spannungen auch höhere Bremskraftreserven bereitstellen, wodurch eine weitere Verbesserung des Bremssystems erhalten wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

In den Fig. 1 bis 9 sind verschiedene Ausführungsbeispiele von Bordnetzen dargestellt, die im Zusammenhang mit der Spannungsversorgung von elektrischen bzw. elektromechanischen Bremsen (EMB) eingesetzt werden. Diese Bordnetze weisen alle wenigstens zwei deutlich unterschiedliche Spannungen auf. Beispielsweise sind Spannungen von 12 V und 36 V bzw. 14 V und 42 V für Mehrspannungsbordnetze besonders geeignet. Die Erfindung kann auch für die Versorgung anderer wenigstens doppelt vorhandener Verbraucher eingesetzt werden.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Bordnetz wird die elektrische Energie mit Hilfe des Starter-Generators 10 erzeugt, dessen Ausgangsspannung vom Leistungssteuergerät 11 auf  $U_1 = 42$  V geregelt wird. Das Leistungssteuergerät 11 regelt dabei den Erregerstrom des Generators, wobei eine feldorientierte Spannungsregelung zu besonders hoher Leistungsabgabe des Generators führt. Neben der Spannungsregelung umfaßt das Leistungssteuergerät 11 Mittel, die als Load-Dump-Schutz wirken. Als Generator kann beispielsweise ein wassergekühlter Drehstromgenerator eingesetzt werden, der eine besonders hohe elektrische Leistung erzeugt.

Die Ausgangsspannung  $U_1$ , die vom Leistungssteuergerät 11 bereitgestellt wird, wird mit Hilfe eines Gleichspannungswandlers 12 in eine niedrigere Spannung  $U_2 = 14$  V gewandelt. Zwei Batterien 13 und 14 mit integrierter Batteriezustandserkennung 20, 21 liegen zwischen dem 42 V-Ausgang des Leistungssteuergerätes 11 bzw. zwischen dem 14 V-Ausgang des Spannungswandlers 12 und Masse. Die Spannungen  $U_1 = 42$  V und  $U_2 = 14$  V sind die Ladespannungen, die zugehörigen Nennspannungen sind 36 V und 12 V.

Ein erstes elektrisches Bremssystem 15 mit Steuergerät (EMB) und elektrisch betätigbaren Aktuatoren wird von der Batterie 14 mit der Spannung  $U_2 = 14$  V versorgt. Parallel zur elektrischen Bremse 15 liegt ein Kondensator 16. Das zweite Bremssystem 17 wird von der Batterie 13 mit einer Spannung von 42 V versorgt.

Von den übrigen Bordnetzkomponenten sind in Fig. 1 noch ein Verbraucher 18, beispielsweise eine Anzeigelampe angeben, die an der Spannung  $U_2$  liegt und ein Hochstromverbraucher 19, beispielsweise eine Scheibenheizung, die mit der höheren Spannung  $U_1$  versorgt wird. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Mehrspannungsbordnetz folgt die Versorgung eines ersten elektrischen Bremssystems über den 42 V- bzw. 36 V-Zweig für die Hochleistungsverbraucher und für das zweite Bremssystem über den mittels des Gleichspannungswandlers 12 entkoppelten 14 V- bzw. 12 V-Zweig für Standardverbraucher. Jeweils zwei Radbremsen-Aktuatoren sind zu einem Bremssystem bzw. Bremskreis mit eigener Spannungsversorgung zusammengefaßt.

Der Kondensator 16 dient als Pufferkondensator, er liegt parallel zu den Aktuatoren des Bremskreises, der mit der niedrigen Spannung versorgt wird. Der Pufferkondensator ist erforderlich zur Deckung der Stromspitzen beim Betätigen der Bremse und soll ein Absinken der 14 V- bzw. 12 V-Bordnetzspannung unter einen Wert von 11 V verhindern. Der an der höheren Spannung liegende Bremskreis 17 benötigt üblicherweise keinen Pufferkondensator, da Spannungsabsenkungen beim Betätigen der Bremse im Hochleistungszweig unkritisch sind.

Der Ladezustand jeder Batterie 13, 14 bzw. jedes Energiespeichers wird über eine eigene Batteriezustandserkennung 20, 21 überwacht. Diese Batteriezustandserkennungen sind

so aufgebaut, daß sie bei Unterschreiten eines für die Betätigung des zugehörigen Bremskreises nicht mehr ausreichenden Ladezustandes eine Warnmeldung ausgeben. Tritt beispielsweise im ersten Energiespeicher 13 eine Störung oder ein Unterschreiten des ausreichenden Ladezustandes auf, bleibt der zweite Bremskreis dennoch funktionsfähig, da er vom zweiten Energiespeicher, der vom ersten entkoppelt ist, versorgt wird.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, die in Fig. 2 dargestellt ist, werden beide Bremskreise mit der niedrigeren Spannung  $U_2 = 14 \text{ V}$  bzw.  $12 \text{ V}$  versorgt. Die zugehörigen Aktuatoren der elektrischen Bremse sind dabei über einen weiteren Gleichspannungswandler 22 an die  $42 \text{ V}$ - bzw.  $36 \text{ V}$ -Batterie angeschlossen. In diesem Fall sollte zur Dekkung der Stromspitzen beim Betätigen der Bremse ein weiterer Kondensator 23 eingesetzt werden, der parallel zum Bremskreis 17 liegt.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel für ein Energiebordnetz und die daraus abgeleitete Spannungsversorgung für eine elektrische Bremse dargestellt, bei dem mittels eines weiteren Gleichspannungswandlers 24 aus der vom Gleichspannungswandler 12 erzeugten Spannung  $U_2$  die Spannung  $U_{1R}$  erzeugt wird. Diese ist eine redundante Spannung zur Spannung  $U_1 = 36 \text{ V}$  bzw.  $42 \text{ V}$ . Die beiden elektrischen Bremskreise sind beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 beide mit höherer Spannung verbunden, wobei ein Bremskreis an der Spannung  $U_1$  und der andere Bremskreis an der Spannung  $U_{1R}$  liegt. Der Kondensator 16 muß in diesem Fall auf die höhere Spannung von  $42 \text{ V}$  ausgelegt sein.

In den Fig. 4 und 5 sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt, bei denen die Versorgung der Bremskreise der elektrischen Bremsen über jeweils einen Energiespeicher bzw. eine Batterie eines Zweispannungsbordnetzes erfolgt. Der Spannungszweig der höheren Spannung  $U_1$  dient wiederum zur Versorgung der Hochleistungsverbraucher und über den Gleichspannungswandler 12 wird ein entkoppelter Spannungszweig mit  $U_2 = 12 \text{ V}$  bzw.  $14 \text{ V}$  erhalten, der zur Versorgung für Standardverbraucher dient. Über ein Ladetrennmodul 25 ist an den  $14 \text{ V}$ - bzw.  $12 \text{ V}$ -Spannungszweig eine Hilfsbatterie 26 mit eigener Batteriezustandserkennung 27 angeschlossen. Das Ladetrennmodul 25 sorgt für die gesteuerte Aufladung der Hilfsbatterie 26 und die galvanische Trennung der Energieversorgungen der beiden Bremskreise, falls in einem Kreis ein Fehler, beispielsweise ein Kurzschluß oder ein zu niedriger Ladezustand auftritt. Dadurch wird sichergestellt, daß im Fehlerfall einer der beiden Bremskreise funktionsfähig bleibt.

Bei dem in Fig. 4 dargestellten Energieversorgungssystem liegen beide Bremskreise an  $12 \text{ V}$  bzw.  $14 \text{ V}$ , während beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 beide Bremskreise an  $36 \text{ V}$  bzw.  $42 \text{ V}$  liegen. Die Hilfsbatterie 27, die ausschließlich zur Versorgung eines Bremskreises dient, kann an die Erfordernisse angepaßt (z. B.  $1 \text{ Ah}$ ) werden und insbesondere auf konstant hohem Ladungsniveau gehalten werden, wodurch sich der Aufwand für die Batteriezustandserkennung 26 für die Hilfsbatterie stark vereinfacht. Geladen wird die Hilfsbatterie 27 über ein Ladetrennmodul 25, über das eine Verbindung zum Spannungswandler 12 hergestellt werden kann.

Der Einsatz eines Mehrspannungsbordnetzes mit voneinander entkoppelten Energiespeichern bzw. Batterien ermöglicht nicht nur die zuverlässige Versorgung eines (zweikreisigen) Bremssystems, sondern ermöglicht auch eine optimale Spannungsversorgung für die übrigen Verbraucher des Bordnetzes, die entsprechend ihrem Spannungs- bzw. Strombedarf an geeignete Batterien anzuschließen sind. Durch den Einsatz eines mikroprozessorgesteuerten Leistungssteuergerätes 11, das neben der Generatorregelung

auch die Funktionsfähigkeit des Bordnetzes überwacht, indem es unter anderem die von den Batteriezustandserkennungen 20, 21 und 26 gelieferten Informationen auswertet, läßt sich eine optimale Überwachung des gesamten Bordnetzes erzielen.

Sofern jeder Bremskreis bzw. der zugehörige Energiekreis mit einer Warneinrichtung versehen ist, die unmittelbar und ständig mit dem zugehörigen Energiespeicher verbunden ist, kann dem Fahrzeuglenker frühzeitig angezeigt werden, wenn der Energievorrat in einem Energieversorgungskreis unter einen Wert absinkt, der zur Aufrechterhaltung der Bremse erforderlich ist. Die Steuerung der Bremse bzw. der Bremsen kann in die beiden Bereiche Kraftfahrzeug-Elektronik KE (Betätigungseinrichtung) und Kraftfahrzeug-Leistungselektronik KLE (Übertragungseinrichtung) aufgeteilt werden. In den Fig. 6 bis 9 sind Ausführungsbeispiele, die entsprechende Bordnetztopologien aufzeigen, dargestellt.

Bei dem in Fig. 6 dargestellten Ausführungsbeispiel liefert der Generator 28 die für die Versorgung der Verbraucher erforderliche elektrische Energie. Diese Energie wird über Entkoppelemente, beispielsweise Dioden 29, 30 den Batterien 31, 32 zugeführt. Der Bremskreis 33 sowie gegebenenfalls weitere Verbraucher 34 werden vom Generator 28 bzw. der Batterie 31 über die Leistungselektronik KLE1 mit Spannung versorgt. Der Bremskreis 35 sowie gegebenenfalls Verbraucher 36 werden aus der Batterie 32 über die Leistungselektronik KLE2 versorgt. Die Ansteuerung der elektrischen Bremsen erfolgt durch ein Steuergerät 11a über die Kraftfahrzeug-Elektronik mit den Verbindungen KE1, KE2. Das Steuergerät 11a umfaßt wenigstens einen Mikrocomputer, dem die für die Ansteuerung der Bremsen benötigten Informationen zugeführt werden. Wesentlich ist, daß dem Steuergerät Informationen bezüglich des Batterieladezustandes der Batterien 31 und 32 zugeführt werden. Zur Erkennung des Batterieladezustandes dienen die Batteriezustandserkennungen 37 und 38, die mit dem Steuergerät 11a in Verbindung stehen.

Mit dem in Fig. 6 dargestellten Energieversorgungssystem werden die beiden Bremskreise mittels voneinander entkoppelter Energiespeicher versorgt, wobei ohne zusätzliche Spannungswandler beide Bremskreise mit derselben Spannung versorgt werden. Wird zusätzlich ein Spannungswandler 39 eingesetzt, der beispielsweise dem Bremskreis 33 zugeordnet ist, kann dieser auch mit einer höheren Spannung betrieben werden.

In Fig. 7 ist ein Energieversorgungssystem dargestellt, bei dem ein solcher Spannungswandler 40 vorhanden ist, der gleichzeitig als Entkoppelement dient. Der Generator wird bei diesem Ausführungsbeispiel auf eine höhere Spannung von beispielsweise  $36 \text{ V}$  geregelt. Diese Spannung dient zur Versorgung der Batterie 31 und zur Versorgung des Bremskreises 33. Die Batterie 32 sowie der Bremskreis 36 liegen an einer geringeren Spannung von beispielsweise  $12 \text{ V}$ , die am Ausgang des Spannungswandlers erhalten wird.

In Fig. 8 ist ein weiteres Energieversorgungssystem dargestellt, bei dem der Generator 28 ebenfalls auf eine höhere Ausgangsspannung von beispielsweise  $36 \text{ V}$  geregelt wird. Diese Spannung wird in einem Gleichspannungswandler 41, der auch als Entkoppelement dient, in eine redundante  $36 \text{ V}$ -Spannung gewandelt, die zur Versorgung einer zusätzlichen  $36 \text{ V}$ -Batterie 32a dient. Diese zusätzliche Batterie 41 mit einer Kapazität von etwa  $1 \text{ Ampère-Stunde}$  dient ausschließlich zur Versorgung des Bremskreises 43. Über einen weiteren Gleichspannungswandler 42 wird die eigentliche  $12 \text{ V}$ -Bordnetzbatterie 44 mit Spannung versorgt. Die  $12 \text{ V}$ -Bordnetzverbraucher sind mit 45 bezeichnet.

In Fig. 9 ist schließlich ein Energieversorgungssystem

dargestellt, bei dem beide Bremskreise über eigene Batterie 31a, 32a versorgt werden. Diese Batterien sind für 36 V und 1 Ampère-Stunden ausgelegt. Sie werden mit eigenen Batteriezustandserkennungen überwacht. Da die Batterien ausschließlich zur Versorgung der Bremssysteme verwendet werden, ist eine einfache und sichere Batteriezustandserkennung möglich.

Neben den beiden Stützbatterien für die Bremssysteme ist eine 36 V-Batterie 52 für Hochstromverbraucher 50 sowie eine 12 V-Batterie 53 für übliche Bordnetzverbraucher 51 vorhanden. Da die Ausgangsspannung des Generators 36 V beträgt, muß zwischen der Bordnetzbatteie und dem Generator 28 ein Gleichspannungswandler 48 vorhanden sein. Auch die Batterien für die beiden Bremssysteme sind über Gleichspannungswandler 46, 47 mit dem Generator 28 gekoppelt. Diese Gleichspannungswandler dienen auch als Entkoppelemente.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zur Energieversorgung in einem Fahrzeugbordnetz für wenigstens zwei gleichartige elektrische Verbraucher, insbesondere elektrisch betätigbare Fahrzeugbremsen, die mit wenigstens zwei von einem Generator aufladbaren Spannungsspeichern in Verbindung stehen, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Fahrzeugbordnetz ein Mehrspannungsbordnetz mit wenigstens zwei unterschiedlichen Spannungen ist und ein Entkoppelement zwischen den Spannungsspeichern liegt.
2. Einrichtung zur Energieversorgung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die gleichartigen elektrischen Verbraucher zwei voneinander unabhängige Bremskreise sind, die jeweils an einen der beiden Ladungsspeicher anschließbar sind.
3. Einrichtung zur Energieversorgung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Spannungen  $U_1 = 42 \text{ V}$  bzw.  $36 \text{ V}$  und  $U_2 = 14 \text{ V}$  bzw.  $12 \text{ V}$  betragen.
4. Einrichtung zur Versorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Bremssystem an den ersten Ladungsspeicher (13) anschließbar ist und mit der höheren Spannung ( $U_1$ ) versorgt wird und das zweite Bremssystem an den zweiten Ladungsspeicher (14) anschließbar ist und an der zweiten Spannung ( $U_2$ ) liegt.
5. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ladungsspeicher Batterien sind, denen jeweils eine eigene Batteriezustandserkennung (20, 21) zugeordnet ist, die bei Unterschreiten eines vorgebbaren Batterieladezustands eine Anzeige auslöst.
6. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zu wenigstens einem Bremskreis ein Kondensator parallel geschaltet ist, der den beim Betätigen der Fahrzeugbremse benötigten Spitzenstrom liefert.
7. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Bordnetzkreise mit unterschiedlichen Spannungen miteinander über Gleichspannungswandler gekoppelt sind.
8. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß weitere Ladungsspeicher vorhanden sind, die über weitere Gleichspannungswandler und/oder Lade-/Trenn-Module untereinander und mit dem Generator verbindbar sind und der Anschluß der beiden elektri-

schen Bremskreise so erfolgt, daß je ein Ladungsspeicher ausschließlich für einen Bremskreis zur Verfügung steht.

9. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung (11a) vorhanden ist, die wenigstens einen Mikrocomputer umfaßt, wobei die Steuereinrichtung die Aktuatoren der Bremskreise ansteuert.

10. Einrichtung zur Energieversorgung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuereinrichtung EMB die von den Batteriezustandserkennungen ermittelten Batterieladezustände zugeführt werden und die Steuereinrichtung diese Batterieladezustände bei der Ansteuerung der Bremskreise mitberücksichtigt.

11. Einrichtung zur Energieversorgung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Generator und den wenigstens zwei Ladungsspeichern wenigstens ein Entkoppelement liegt, das eine Diodenfunktion oder eine Spannungswandlungsfunktion aufweist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

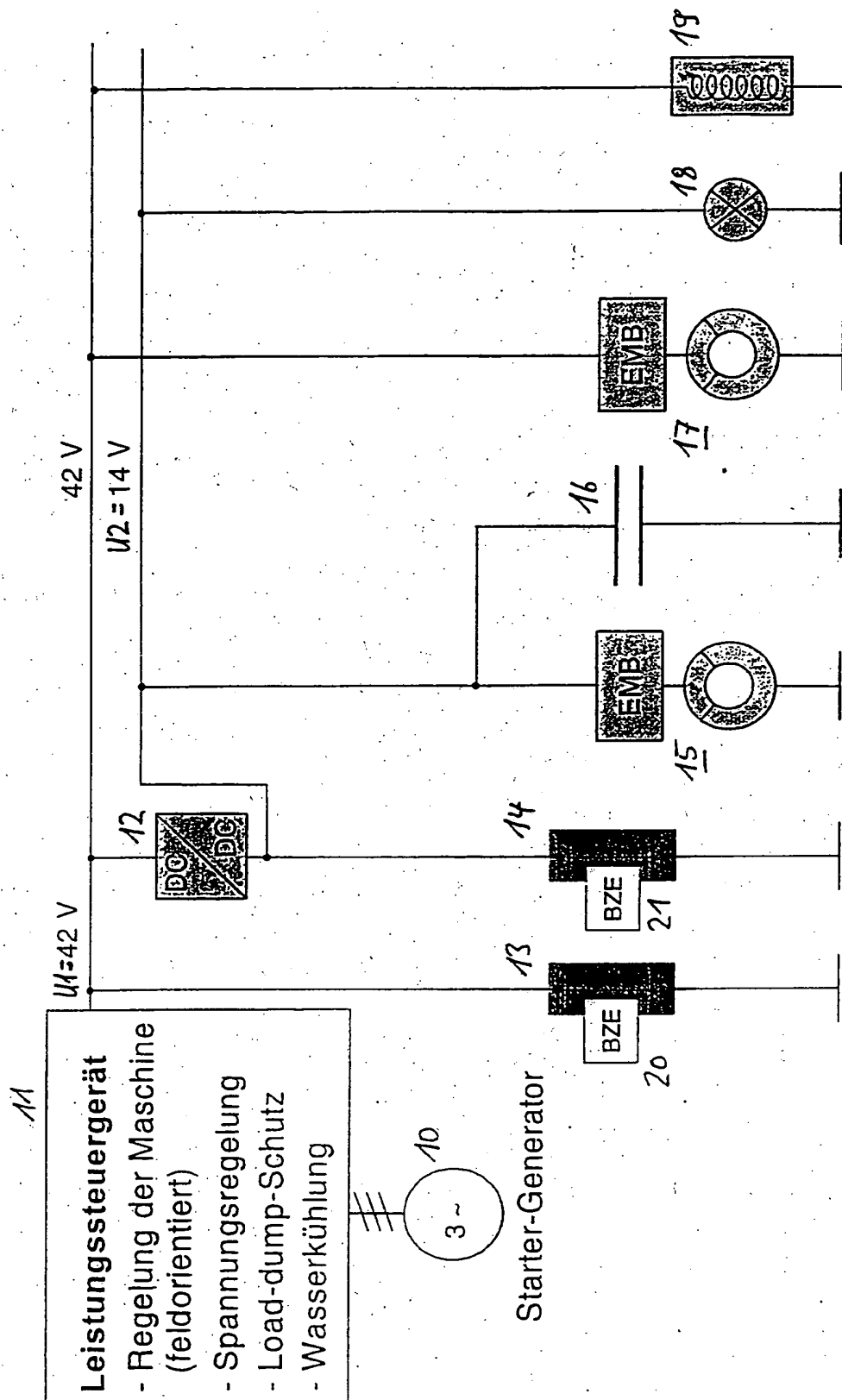
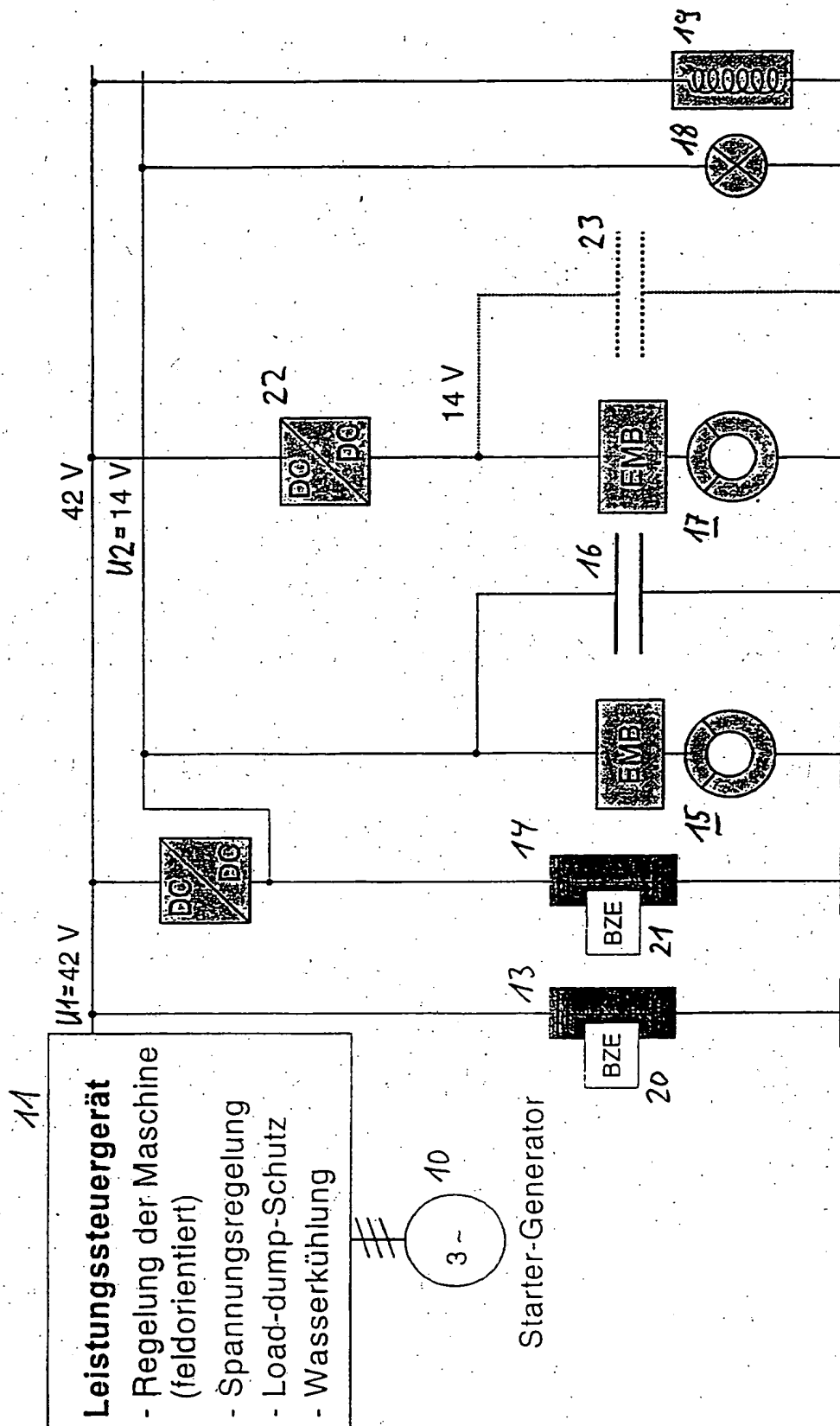


Fig 1



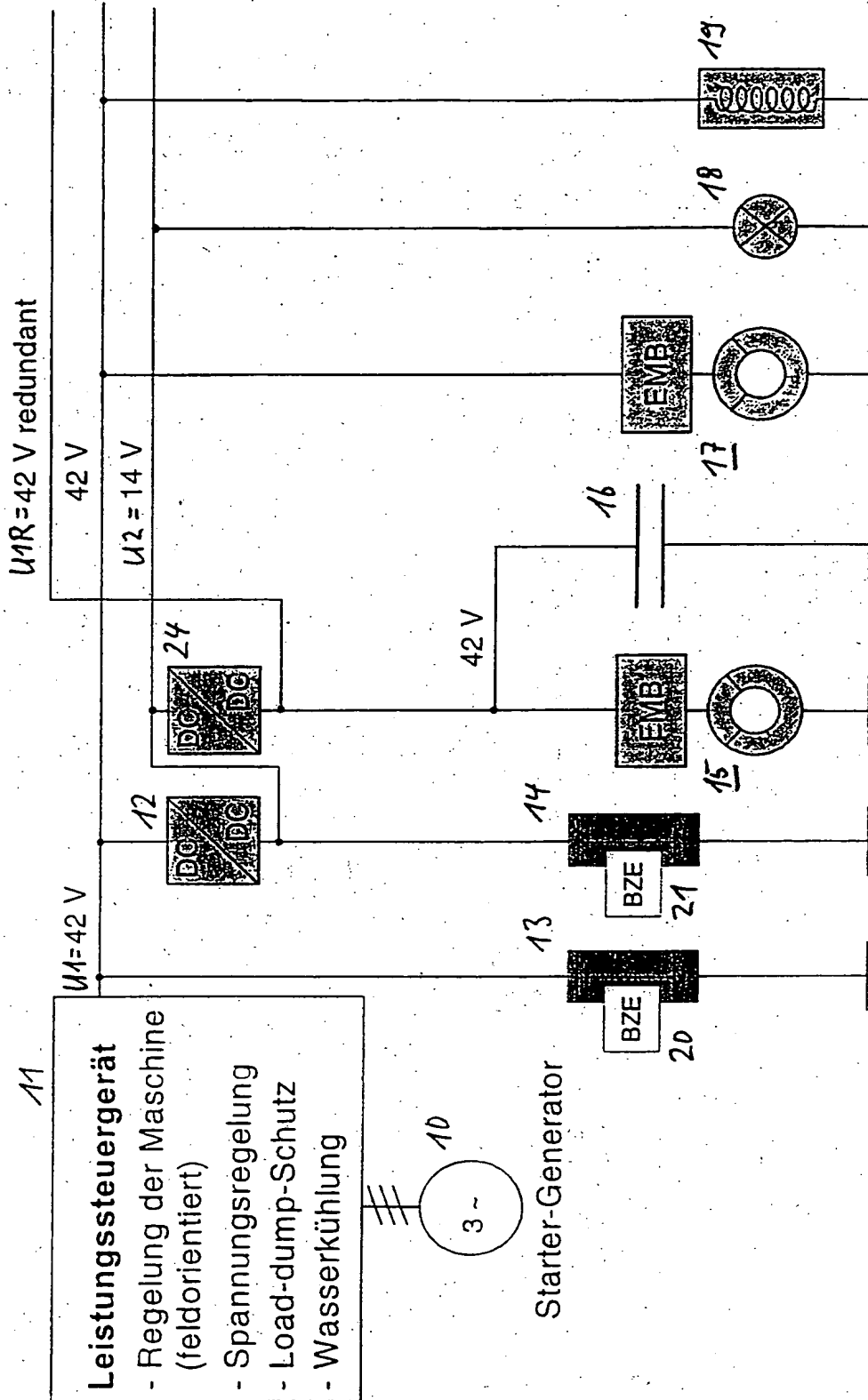


Fig 3



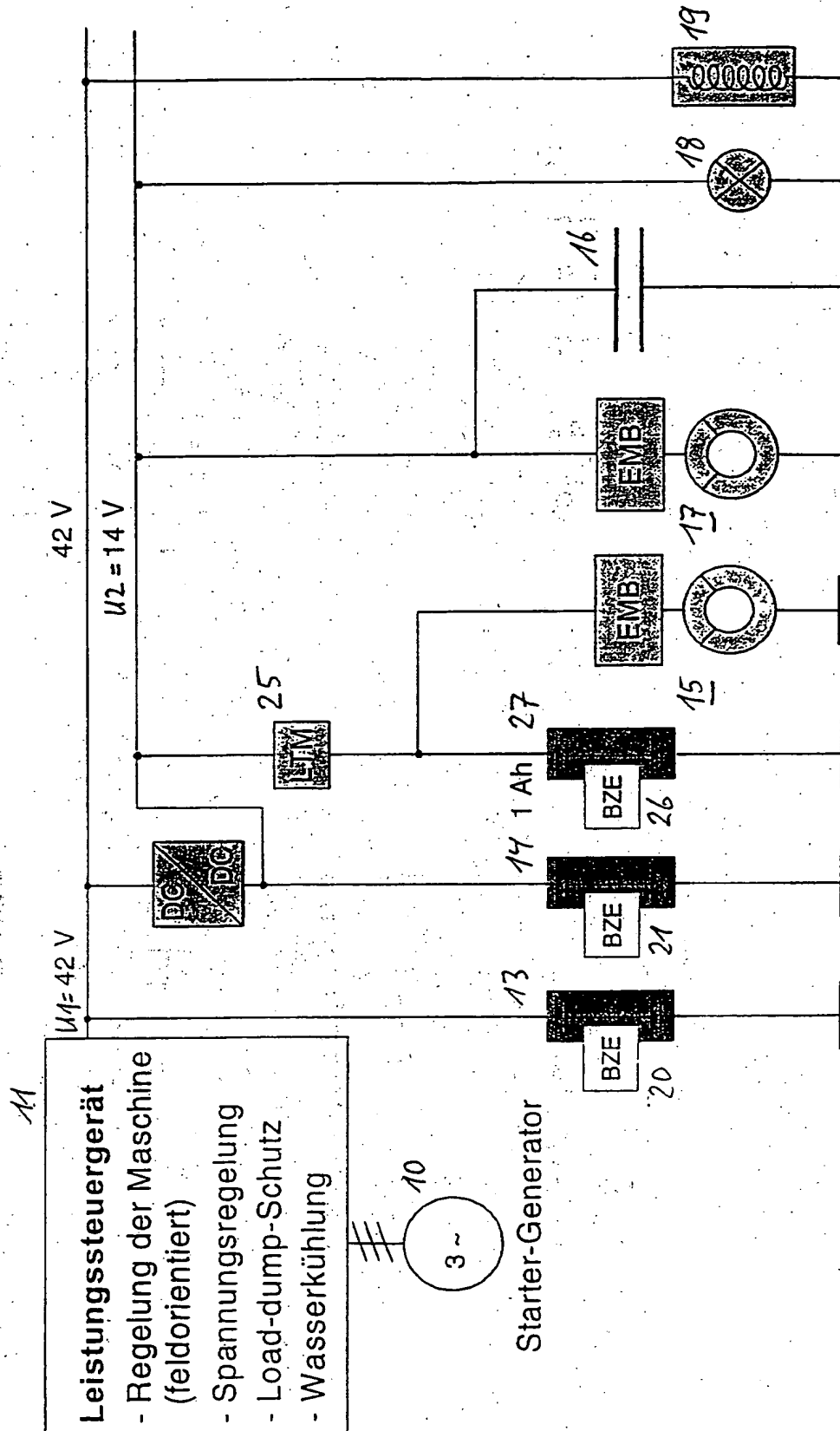


Fig 4

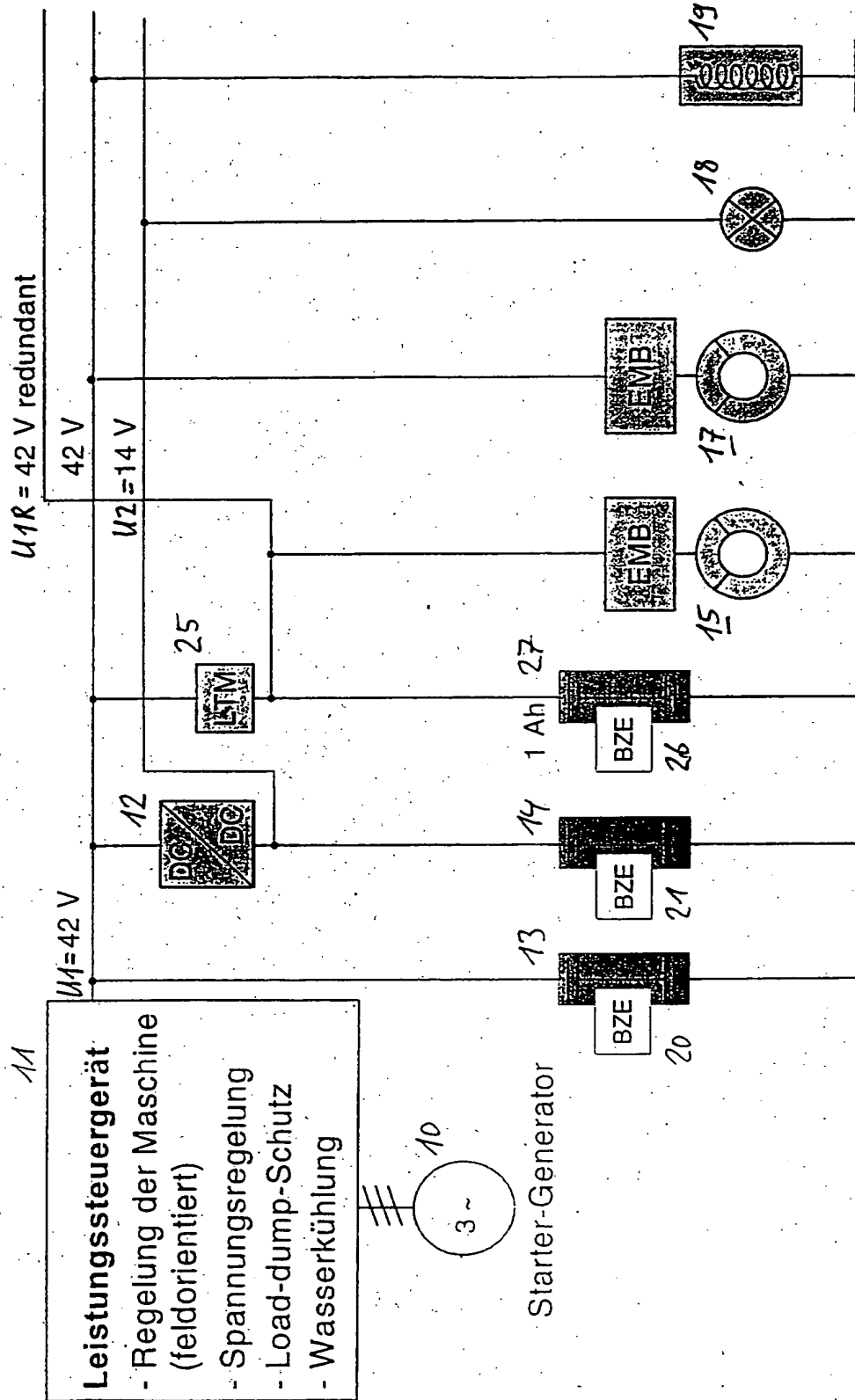


Fig 5

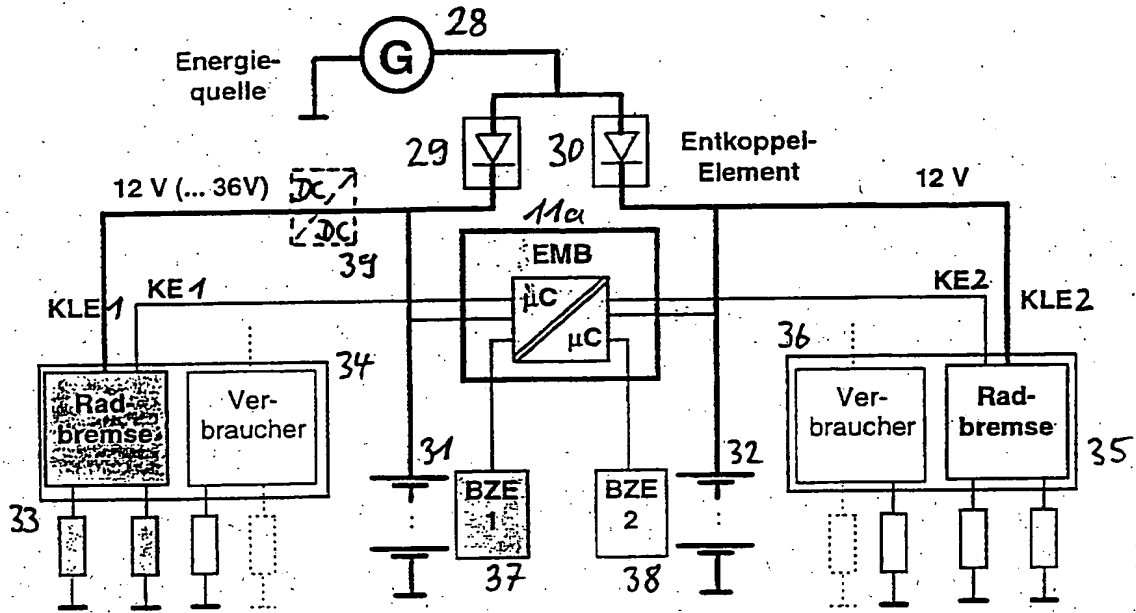


Fig 6

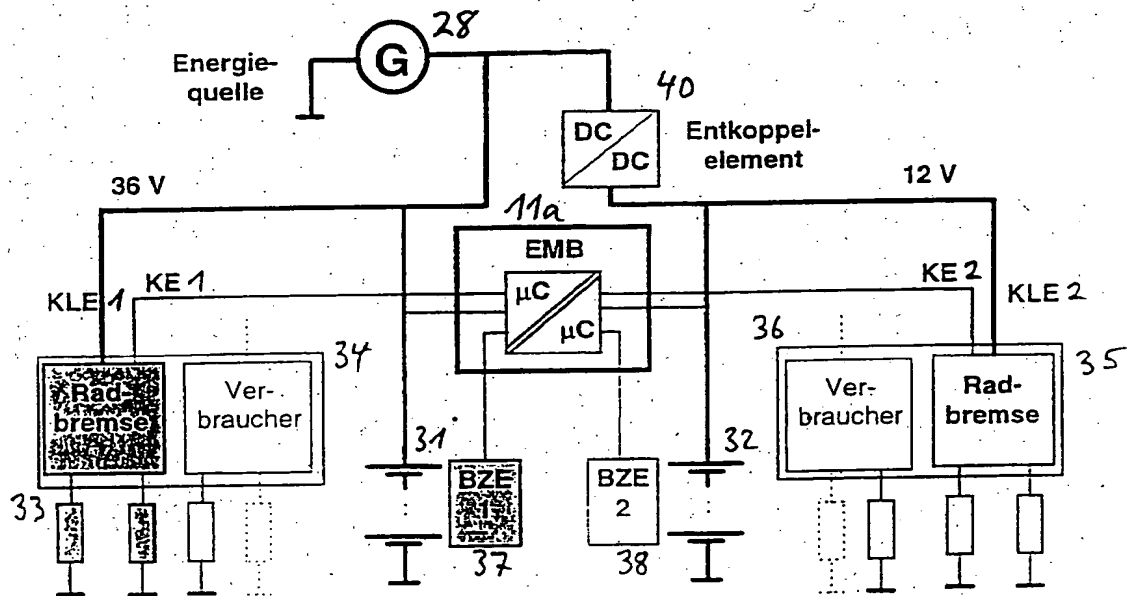


Fig 7

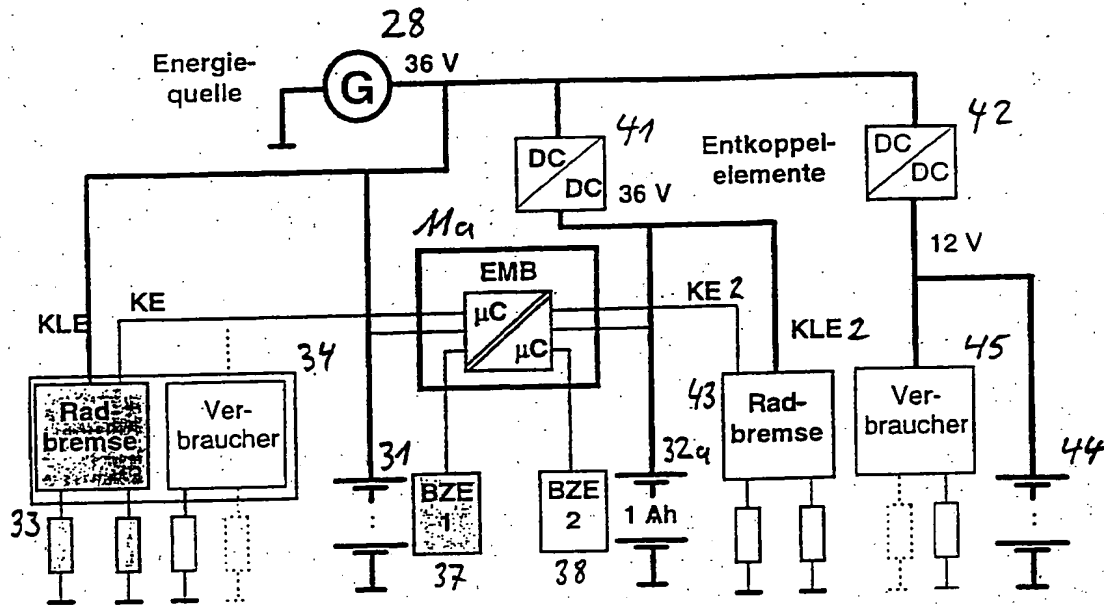


Fig 8

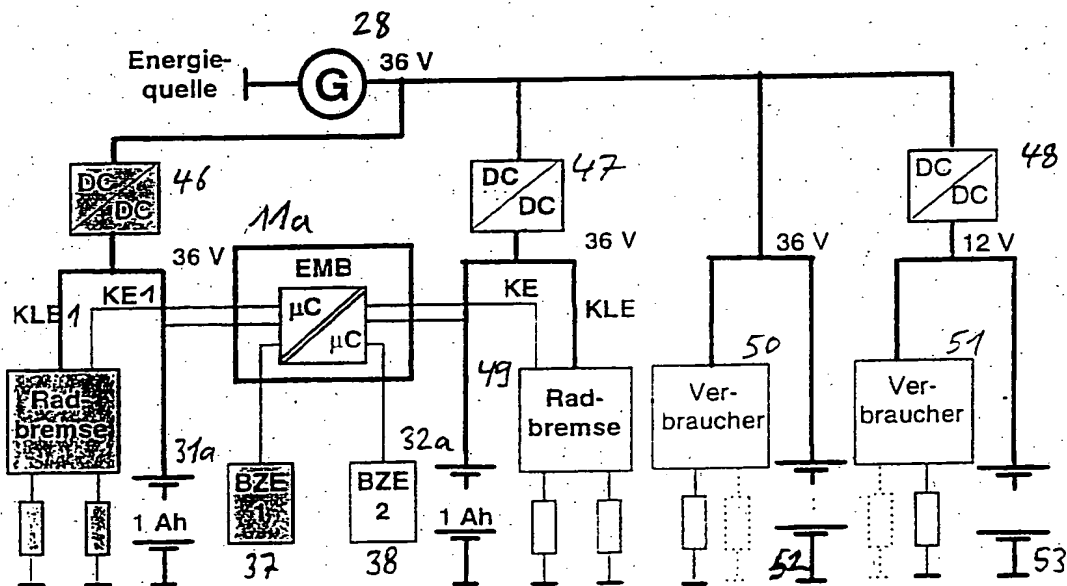


Fig 9